

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-287018

(43)Date of publication of application : 03.10.2002

---

(51)Int.Cl. G02B 13/00  
G02B 3/00  
G02B 27/30  
G11B 7/135

---

(21)Application number : 2001-086237

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 23.03.2001

(72)Inventor : AKIYAMA HIROSHI

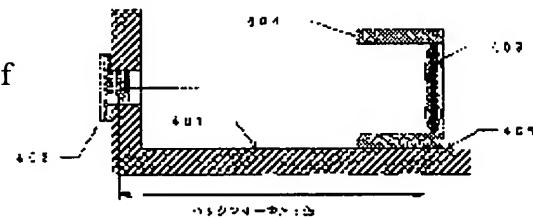
---

## (54) BEAM SECTION CHANGING OPTICAL SYSTEM, OPTICAL PICKUP DEVICE AND OPTICAL DISK DRIVER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a beam shaping optical system which is hardly affected by a temperature change.

**SOLUTION:** A collimating lens 403 is held in a cell 404 and is installed at the bottom of a housing 401 by aligning its optical axis to a light source 402. A glass material which is negative in a refractive index temperature change  $dn/dt$  is used for the glass material of the collimating lens 403, by which the component of the focal length of the collimating lens 403 changed by thermal expansion is canceled by the change in the refractive index and the quality of the collimating light not dependent upon the temperature change is obtained. The beam shaping optical system which is tolerant to the temperature change and is highly reliable can be thereby realized. When an LD is used for the light source 402, a light emission wavelength fluctuates by accompanying the temperature change and the change in the focal length of the collimating lens 403 is canceled by the refractive index change of the lens glass material by this wavelength fluctuation and the refractive index change of the collimating lens glass material by the temperature, by which the quality of the collimating light not dependent upon the temperature change can be obtained.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-287018

(P2002-287018A)

(43)公開日 平成14年10月3日 (2002.10.3)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 13/00		G 0 2 B 13/00	2 H 0 8 7
3/00		3/00	Z 5 D 1 1 9
27/30		27/30	
G 1 1 B 7/135		G 1 1 B 7/135	Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

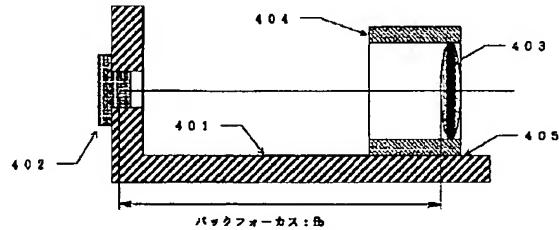
(21)出願番号	特願2001-86237(P2001-86237)	(71)出願人 000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22)出願日	平成13年3月23日(2001.3.23)	(72)発明者 秋山 洋 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
		F ターム(参考) 2H087 KA13 LA01 NA08 PA01 PA17 PB01 QA02 QA07 QA14 QA34 RA05 RA12 RA13 RA41 RA42 RA44 RA45 5D119 AA09 AA21 BA01 BB01 BB04 FA05 JA02 JA07 LB11

(54)【発明の名称】 ビーム断面形状変換光学系、光ピックアップ装置、光ディスクドライブ装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 溫度変化の影響を受けにくいビーム整形光学系を提供する。

【解決手段】 コリメートレンズ403はセル404内に保持され、光源402と光軸を一致させてハウジング401の底部に設置される。コリメートレンズ403の硝材に屈折率温度変化dn/dtが負である硝材を用いることにより、熱膨張によりコリメートレンズ403の焦点距離の変化した分を屈折率の変化によりキャンセルし、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を実現できる。光源402にLDを用いた場合、温度変化に伴い発光波長が変動するが、その波長変動によるレンズ硝材の屈折率変化と、温度によるコリメートレンズ硝材の屈折率変化により、コリメートレンズ403の焦点距離の変化をキャンセルし、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源とコリメートレンズとプリズムとか  
ら構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記  
コリメートレンズの硝材の屈折率温度変化 $dn/dt$ が負である  
こと特徴とするビーム断面形状変換光学系。

【請求項2】 光源とコリメートレンズとプリズムとか  
ら構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記  
光源に半導体レーザを用いることを特徴とするビーム断  
面形状変換光学系。

【請求項3】 光源とコリメートレンズとプリズムから  
構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記光源  
と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、当  
該平行平板の材質の線膨張係数が前記コリメートレンズ  
の材質の線膨張係数より大きいことを特徴とするビーム  
断面形状変換光学系。

【請求項4】 光源とコリメートレンズとプリズムとか  
ら構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記  
光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、  
当該平行平板の材質の屈折率温度係数が前記コリメート  
レンズの材質の屈折率温度係数より大きいことを特徴と  
するビーム断面形状変換光学系。

【請求項5】 光源とコリメートレンズとプリズムとか  
ら構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記  
光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、  
当該平行平板の材質の屈折率の波長分散が前記コリメート  
レンズの材質の屈折率の波長分散より小さいことを特  
徴とするビーム断面形状変換光学系。

【請求項6】 光源とコリメートレンズとプリズムとか  
ら構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記  
光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、  
当該平行平板の材質の屈折率が前記コリメートレンズの  
材質の屈折率より小さいことを特徴とするビーム断面形  
状変換光学系。

【請求項7】 前記コリメートレンズの前記光源側の基  
準面をハウジングに接着したことを特徴とする請求項1  
～6のいずれかに記載のビーム断面形状変換光学系。

【請求項8】 前記光源と前記コリメートレンズを保持  
するハウジング材質の線膨張係数を $\alpha_h$ 、コリメートレン  
ズ保持部材の線膨張係数を $\alpha_c$ 、前記コリメートレンズの  
バックフォーカスを $fb$ 、温度変化 $\Delta T$ によるバックフォ  
ーカスの理想値からのずれを $\Delta fb$ 、前記光源から前記ハ  
ウジングと前記コリメートレンズ保持部材との接合部ま  
での距離を $L$ とするとき、

$$\alpha_h > \alpha_c, \alpha_h L \Delta T + \alpha_c (fb - L) \Delta T \sim \Delta fb$$

であることを特徴とする請求項7記載のビーム断面形  
状変換光学系。

【請求項9】 請求項1～8のいずれかに記載のビーム  
断面形状変換光学系を備えたことを特徴とする光ピック  
アップ装置。

【請求項10】 請求項9記載のピックアップ装置を備

えたことを特徴とする光ディスク ドライブ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビーム断面形状変  
換光学系、光ピックアップ装置および光ディスクドライ  
ブ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、CD、DVD等の光ディスクに情  
報を記録再生するピックアップ光学系においては、特開  
平7-130020号公報などに示されるように、半導体レーザ  
(LD)から出射される梢円強度分布の光束をより円形  
に近い強度分布のビームに変換するためにビーム整形光  
学系が用いられている場合がある。ここで、ビーム整形  
光学系とは、光源、コリメートレンズ、ビーム整形素子  
を含む光学系を指す。図1にビーム整形光学系を有する  
光ピックアップ光学系の構成例を示す。光源101から  
出射した発散光はコリメートレンズ102により平行光  
にカッピングされ、ビーム整形プリズム103に入射  
し、プリズムの屈折効果により一方向の強度分布が広げ  
られる。プリズムを出射した光束は偏向プリズム104  
により偏向され、対物レンズ105によりディスク10  
6の記録面に集光される。ディスクの記録面で反射した  
光束は逆の光路をたどり、分離面103aで分離され、  
検出系に導かれ、検出レンズ108により集光され受光  
素子109により受光され、光ディスクドライブに必要  
な所定の信号が図示しない検出系により検出される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図1に示した  
ビーム整形光学系では、光源101とコリメートレンズ  
102の距離が最適値からずれると、プリズム入射光の  
平行度(コリメート光品質)が劣化し、ビーム整形後の  
光束に非点収差が載り、対物レンズ105で集光したと  
きのディスク面スポットの品質が劣化し、記録再生特性  
が劣化するという不具合がある(図2、図3参照)。そ  
こで、本発明の第1の目的は、コリメートレンズの硝材  
に屈折率温度変化 $\Delta n/\Delta t$ が負である硝材を用いること  
により、熱膨張によりコリメートレンズの焦点距離の変  
化した分を屈折率の変化によりキャンセルし、温度変化  
に依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度  
変化に強いビーム整形光学系を提供することにある。ま  
た第2の目的は、LDの温度変化に伴う発光波長変動に  
によるコリメートレンズ硝材の屈折率変化と、温度による  
コリメートレンズ硝材の屈折率変化により、コリメート  
レンズの焦点距離の変化をキャンセルし、温度変化に  
依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度変  
化に強いビーム整形光学系を提供することにある。ま  
た、第3の目的は、平行平板の材質の線膨張係数をレン  
ズ材質の線膨張係数より大きくすることにより、温度変  
化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に  
強いビーム整形光学系を提供することを目的とする。ま

た、第4の目的は、平行平板の材質の屈折率温度係数をレンズ材質の屈折率温度係数より大きくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強いビーム整形光学系を提供することを目的とする。また、第5の目的は、平行平板の材質の屈折率の波長分散をレンズ材質の屈折率の波長分散より小さくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強いビーム整形光学系を提供することにある。また、第6の目的は、平行平板の材質の屈折率をレンズ材質の屈折率より小さくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強いビーム整形光学系を提供することにある。また、第7の目的は、コリメートレンズの光源側の基準面をハウジングに接着することで、ハウジングの熱膨張の影響を低減することにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強いビーム整形光学系を提供することにある。また、第8の目的は、ハウジングとレンズ保持部材の熱膨張の影響と熱によるレンズの特性変化とをキャンセルし、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度変化に強いビーム整形光学系を提供することにある。また、第9の目的は、温度変化に強いビーム整形光学系を用いることにより、円形スポットを有し、光利用効率が高く、温度変化に強い光ピックアップを提供することにある。また、第10の目的は、ビーム整形光学系を採用したピックアップを用いても温度変化の影響を受けにくい光ディスクドライブを提供することにある。

#### 【0004】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1記載の発明は、光源とコリメートレンズとプリズムとから構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記コリメートレンズの硝材の屈折率温度変化dn/dtが負であること特徴とする。また、請求項2記載の発明は、光源とコリメートレンズとプリズムとから構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記光源に半導体レーザを用いることを特徴とする。また、請求項3記載の発明は、光源とコリメートレンズとプリズムから構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、当該平行平板の材質の線膨張係数が前記コリメートレンズの材質の線膨張係数より大きいことを特徴とする。また、請求項4記載の発明は、光源とコリメートレンズとプリズムとから構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、当該平行平板の材質の屈折率温度係数が前記コリメートレンズの材質の屈折率温度係数より大きいことを特徴とする。また、請求項5記載の発明は、光源とコリメートレンズとプリズムとから構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、当該平行平

板の材質の屈折率の波長分散が前記コリメートレンズの材質の屈折率の波長分散より小さいことを特徴とする。また、請求項6記載の発明は、光源とコリメートレンズとプリズムとから構成されるビーム断面形状変換光学系において、前記光源と前記コリメートレンズとの間に平行平板を有し、当該平行平板の材質の屈折率が前記コリメートレンズの材質の屈折率より小さいことを特徴とする。また、請求項7記載の発明は、請求項1～6のいずれかに記載のビーム断面形状変換光学系において、前記コリメートレンズの前記光源側の基準面をハウジングに接着したことを特徴とする。また、請求項8記載の発明は、請求項7記載のビーム断面形状変換光学系において、前記光源と前記コリメートレンズを保持するハウジング材質の線膨張係数を $\alpha_h$ 、コリメートレンズ保持部材の線膨張係数を $\alpha_c$ 、前記コリメートレンズのバックフォーカスをfb、温度変化 $\Delta T$ によるバックフォーカスの理想値からのずれを $\Delta fb$ 、前記光源から前記ハウジングと前記コリメートレンズ保持部材との接合部までの距離をLとするとき、

$$\alpha_h > \alpha_c, \quad \alpha_h \Delta T + \alpha_c (fb - L) \Delta T \sim \Delta fb$$

であることを特徴とする。また、請求項9記載の発明にかかる光ピックアップ装置は、請求項1～8のいずれかに記載のビーム断面形状変換光学系を備えたことを特徴とする。また、請求項10記載の光ディスクドライブ装置は、請求項9記載のピックアップ装置を備えたことを特徴とする。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。図4は本発明に係るビーム断面形状変換光学系の要部の構成例を示す断面図である。図中、402は光源、403はコリメートレンズである。光源402はハウジング401の側壁部に形成された貫通孔に挿入され固定されている。コリメートレンズ403は光源402と光軸を一致させてハウジング401の底部に設置されている。

【0006】ハウジング401の部材をアルミとし、コリメートレンズ403の硝材をBK7とするとしたときの、20°Cから60°Cの温度変化に対する計算結果を表1に示す。この例では、コリメートレンズ403をセル404に入れ、コリメートレンズ403の頂点に相当する位置（図中405近傍）をハウジングと接合した場合を想定する。アルミの線膨張係数を $\alpha = 236 \times 10^{-7}/K$ 、BK7の線膨張係数を $\alpha = 72 \times 10^{-7}/K$ とし、20°Cでのレンズ403の非球面係数を表1のように設定すると、コリメートレンズ403の第2面と光源402までの距離（バックフォーカス：fb）は7,2468(mm)となる。このとき、ビーム整形透過後の波面はrmsで0.000λとなる。ここで、レンズデータの座標（X-Y）は図2に示すとおりである。図2において、コリメートレンズ403の第1面が左側で第2面が右側である。

【表1】

表1

面係数	第1面	第2面
R	5.23062	-32.33784
K	0.433324	0.0
A4	-0.916049E-03	0.201736E-03
A6	-0.243931E-04	0.334231E-04
A8	-0.799915E-06	-0.537337E-05
A10	-0.123924E-06	0.232922E-06

中心肉厚 : 3.0mm, n=1.514207 (660nm), f=9mm

非球面式

$$x = \frac{y^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(y/R)^2}} + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} \dots$$

ここで、60°Cになると、ハウジング401、コリメートレンズ403ともそれぞれの膨張係数に従い膨張する。コリメートレンズ403はその膨張により、非球面係数も表2のように変化し、屈折率も温度係数に従い変化する。BK7の屈折率温度係数dn/dtは $1.7 \times 10^{-6}/K$ を用いた。表2の屈折率の値は絶対屈折率（真空中の値）であり、このとき、空気の絶対屈折率はn=1.000239である。コリメートレンズ403の変形とハウジング401の延びにより、バックフォーカスは7.2555 (mm)となるが、この距離では理想的なコリメートがなされず、ビーム整形プリズム103（図1）を透過した光束はrms0.058λの非点収差を持ってしまう。

【0007】このときの理想的なバックフォーカスは7.

2469 (mm)であり、温度変化によるレンズ単体のバックフォーカスの変化量 $\Delta fb(lens)$ は $7.2469 (mm) - 7.2468 (mm) = 0.1 (\mu m)$ となる。しかし、ハウジング401はアルミニウムでできているため膨張が大きく、結果として、温度変化後のバックフォーカスの値は7.2555 (mm)となる。理想値とのずれ $\Delta fb$ は $7.2555 (mm) - 7.2469 (mm) = 8.6 (\mu m)$ となり、結果的にコリメートがずれてしまい、ビーム整形プリズムを透過することにより収差が増大してしまっている。ここで、理想的なバックフォーカスとは、波面収差が最小となる光源402とレンズ403の位置関係で、コリメートレンズ403の光源側402の面と光軸が交わる点から光源402までの距離である。

【表2】

表2（温度により変化した表1のレンズ係数）

面係数	第1面	第2面
R	5.23214	-32.34725
K	0.433324	0.0
A4	-0.915250E-03	0.201561E-03
A6	-0.243576E-04	0.333745E-04
A8	-0.798288E-06	-0.536244E-05
A10	-0.123600E-06	0.232313E-06

中心肉厚 : 3.000873mm, n=1.514686 (660nm)

ここで、仮想的に、ガラスの屈折率温度係数dn/dt ( $\times 10^{-6}$ ) をBK7の1.7から-9まで変化させたときのコリメートレンズ403のバックフォーカスの変化を図5に示す。図5からもわかるように、バックフォーカスのずれは、dn/dtに対し単調減少であり、dn/dtが負の硝材を用いることにより効果的に熱によるバックフォーカスのずれをキャンセルできる。たとえば、dn/dtが負で大

きな値をもつガラスとして、FCD1(HOYA)というガラスがある。このガラスは $dn/dt = -7.1 (\times 10^{-6}/K)$ ,  $\alpha = 133 \times 10^{-7}/K$ である。

【0008】このガラスを用いて同等のコリメートレンズ403を設計すると表3のようになる。

【表3】

表 3

面係数	第 1 面	第 2 面
R	5.13572	-27.13108
K	0.433324	0.0
A4	-0.981123E-03	0.233705E-03
A6	-0.282231E-04	0.334784E-04
A8	-0.834202E-06	-0.588942E-05
A10	-0.151577E-06	0.266039E-06

中心肉厚 : 3.0mm, n=1.495051 (660nm)

$\Delta f_b$ は-0.443 ( $\mu m$ ) となり、ビーム整形プリズム 103 (図 1) を透過した光束の波面劣化も rms0.001  $\lambda$  におさえられる。ちなみに、図 5 では、 $dn/dt=-11$  程度のとき、 $\Delta f_b$ がゼロとなっており、FCD1に相当する-7付近では、3 ( $\mu m$ ) 程度のずれが生じているが、実際には、FCD1とBK7の線膨張係数の違いから、FCD1では図 5 と多少異なった結果となっている。ここで、光源 402 として半導体レーザを用いる場合は、光源波長が温度と共に変化するので、上述の屈折率変化と熱膨張による焦点距離の変化に波長変化による焦点距離の変化  $\Delta f(\lambda)$  が加わり、ハウジング 401 の延び  $\Delta L$  による効果を相殺しない、理想バックフォーカスとのずれ  $\Delta f_b$  は小さくなる。表 1 の特性のレンズにおいて、温度 20°C から 60°C の変化で半導体レーザの波長は約 10 (nm) 変化するので、それを考慮すると、 $\Delta f_b=3.6$  ( $\mu m$ ) となり、ビーム整形プリズム 103 (図 1) を通過した光束の波面も 0.024 ( $\lambda$ ) まで改善される。つまり、以下の関係式を満たすハウジング部材、レンズ硝材の組み合わせを用いることにより、LD の温度変化に伴う発光波長変動によるレンズ硝材の屈折率変化と、温度によるレンズ硝材の屈折率変化により、コリメートレンズの焦点距離の変化をキャンセル

し、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることができる。

$\Delta L \sim \Delta f_b(\text{lens}) + \Delta f_b(\lambda)$

上述の例はコリメートレンズ 403 を光源 402 から遠い位置でハウジング 401 と接合した場合であるが、これに対し、図 6 に示すように、コリメートレンズ 403 の光源 402 側の基準面（または、より光源 402 に近い位置：605 の位置近傍）をハウジング 401 と接合することにより、ほぼレンズ厚に相当する分だけハウジング 401 の熱膨張の影響が緩和される。表 1 の特性のレンズで計算すると、20°C から 60°C の温度変化で、バックフォーカスは 7.2535mm となり、 $\Delta f_b=6.6$  ( $\mu m$ ) となる。したがって、光源 402 とコリメートレンズ 403 の間隔のずれは約 2 ( $\mu m$ ) 緩和される。

【0009】図 7 に別の実施の形態を示す。図 7 はコリメートレンズ 403 と光源 402 との間に平行平板 706 が配置されている光学系を例示している。ハウジング部材をアルミ、レンズ硝材を BK7、平行平板は  $t=2$  mm で BK7 とする。コリメートレンズ 403 の非球面係数を表 4 のように設定する。

【表 4】

面係数	第 1 面	第 2 面
R	5.41472	-25.85456
K	0.347891	0.0
A4	-0.732705E-03	0.309215E-03
A6	-0.209002E-04	0.501844E-05
A8	-0.453921E-06	-0.147724E-05
A10	-0.737552E-07	0.378134E-07

中心肉厚 : 3.0mm, n=1.514686 (660nm)

このとき、20°C から 60°C の温度変化が生じると、非球面係数は表 5 のように変化し、光源 402 に LD を用い、上記温度変化で波長が 10 (nm) 変化した場合 ( $\lambda=670$  nm) 、 $\Delta f_b=2.3$  ( $\mu m$ ) を生じる。

【表 5】

表 5

面係数	第1面	第2面
R	5.41630	-25.86208
K	0.347891	0.0
A4	-0.732067E-03	0.308945E-03
A6	-0.208698E-04	0.501115E-05
A8	-0.452998E-06	-0.147424E-05
A10	-0.735624E-07	0.377146E-07

中心肉厚 : 3.000873mm, n=1.514385 (670nm)

ここで、平行平板706の屈折率温度係数、線膨張係数、屈折率波長分散、屈折率の各パラメータのうち、1つを変化させたときの $\Delta f_b$ の変化を見ると以下のようになる。

①平行平板の屈折率温度係数 ( $\times 10^{-6}/K$ ) を-5から+5まで変化させると、 $\Delta f_b$ は図8(a)のように変化する。このことは、平行平板の屈折率温度係数がレンズ硝材の屈折率温度係数より大きいと $\Delta f_b$ を小さくできることを示している。

②平行平板の線膨張係数 ( $\times 10^{-7}/K$ ) を50から90まで変化させると、 $\Delta f_b$ は図9(a)のように変化する。このことは、平行平板の線膨張係数がレンズ硝材の線膨張係数より大きいと $\Delta f_b$ を小さくできることを示している。

③平行平板の屈折率波長分散をアッペ数 ( $\nu d$ ) で20から70まで変化させると、 $\Delta f_b$ は図10(a)のように変化する。このことは、平行平板のアッペ数がより大きい(分散が小さい)と $\Delta f_b$ を小さくできることを示している。

④平行平板の屈折率を1.4から1.8まで変化させると、 $\Delta f_b$ は図11(a)のように変化する。このことは、平行平板の屈折率がレンズの屈折率より小さいと $\Delta f_b$ を小さくできることを示している。

【0010】同様の計算を、ハウジング401の部材がアルミ、コリメートレンズ403の硝材がNbFD13、コリメートレンズ403と光源402との間に $t=2mm$ のNbFD13からなる平行平板706が配置されている系について行

った結果を図8(b)、図9(b)、図10(b)、図11(b)に示す。硝材によらず、同様の傾向を示している。また、それぞれのパラメータは与えられた変化の範囲内で、 $\Delta f_b$ に対してほぼ同等の影響を与えている。したがって、コリメートレンズ403に注目すると、できるだけ高い屈折率の硝材で構成することにより、コリメートレンズ403とは屈折率差の大きい平行平板707を用いることができ、系の温度変化を考慮した場合、バックフォーカスの変化を小さくできる。また、LDのように光源402の波長変化が温度と1対1の相関を持つ場合には、アッペ数の小さいコリメートレンズ403を用いることにより、コリメートレンズ403とのアッペ数の大きな平行平板706を用いることができ、バックフォーカスの変化をより小さくできる。

【0011】ここで、上記①②③④の特徴は単独で成立しなければならないものではなく、①かつ②、①かつ③かつ④など、いかなる組み合わせでも①から④の特徴を満たす硝材の平行平板706を用いることにより、 $\Delta f_b$ を小さくできる。例として、ハウジング401の部材がアルミ、コリメートレンズ403の硝材がNbFD13の場合、平行平板706に2mm厚のBK7を用いた場合と、2mm厚のNbFD13を用いた場合で、20°Cから60°Cの温度変化が生じたときの $\Delta f_b$ を比較すると、表6のようになる。波長は660nmで計算した。

【表6】

硝材	dn/dt	$\alpha$	$\nu d$	n(660)	$\Delta f_b$
NbFD13	4.5	57	40.7	1.799951	-1.306
BK7	1.7	72	64.3	1.514207	-0.996

この例では、コリメートレンズ403の硝材がNbFD13、平行平板706の硝材がBK7であるから、線膨張係数 ( $\alpha$ ) に注目すると、平行平板706のほうが大きく、上記条件の②は満たす。アッペ数 ( $\nu d$ ) に注目すると、平行平板706のほうが大きく、上記条件の③を満たす。屈折率 (n) に注目すると、平行平板のほうが小さく上記条件の④を満たす。つまり、上記条件の②③④を満たしており、表6に示すように、平行平板にレンズと同じ硝材 (NbFD13) を用いるより、条件を多く満たすBK7を用いたほうが $\Delta f_b$ の絶対値を小さくできる。ま

た、上記条件を満たす硝材が何種類もある場合は、トータルの $\Delta f_b$ へのそれぞれの条件(屈折率温度係数、線膨張係数、アッペ数、屈折率)の寄与量を $\Delta f_b(dn/dt)$ 、 $\Delta f_b(\alpha)$ 、 $\Delta f_b(\nu d)$ 、 $\Delta f_b(n)$ とした場合、 $\Delta f_b = \Delta f_b(dn/dt) + \Delta f_b(\alpha) + \Delta f_b(\nu d) + \Delta f_b(n)$ が最小となる硝材を選定すればよい。表4に示すBK7のコリメートレンズ403において、セル404の光源402側基準面とハウジング401を接合した構成を考える。ハウジング401はアルミニウムで、セル404を鉄とする。アルミニウムの線膨張係数は $\alpha AL = 236 (\times 10^{-6}/K)$

$\text{K}^{-1}$ ) であり、鉄の線膨張係数は  $\alpha_{\text{Fe}}=118$  ( $\times 10^{-7}/\text{K}$ ) である。

【0012】図12に示すように、セル404のコリメートレンズ403側の端からコリメートレンズ403までの長さ  $L_c$  ( $f_b=L+L_c$ ,  $L$ : 光源402からセル404までの距離) としたときの、 $L_c$  と  $\Delta f_b$  の関係を図13に示す。この例の場合、 $L_c=3.52\text{mm}$  のとき、 $20^\circ\text{C}$  から  $60^\circ\text{C}$  の温度変化が生じ、波長がそれに伴い  $660\text{nm}$  から  $670\text{nm}$  に変化したとき (光源402としてLDを使用) の  $\Delta f_b$  をほぼゼロにできる。(ハウジング401またはセル404の材質が異なれば  $L_c$  の値も当然異なる。)

図1と同等のビーム整形光学系に、上記実施の形態に示したいずれかの構成を適用することにより、温度変化に強いビーム整形光学系を実現できる。このビーム整形光学系を光ピックアップの光学系に適用することにより、円形スポットを有し、光利用効率が高く、温度変化に強い光ピックアップを実現できる。そして、この光ピックアップを光ディスクドライブの光ピックアップに適用することにより、温度変化に強い光ディスクドライブを実現できる。なお、本発明はビーム整形光学系として特に、それに用いるコリメート光学系についての発明であるが、ビーム整形でない単なるコリメート光学系に用いても温度変化等に於いて、コリメート性能の劣化を抑制する構成であることは言うまでもない。また、ハウジング部材もアルミに限らず、マグネシウム、亜鉛などでもよいことは言うまでもない。

### 【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は以下のような優れた効果を発揮する。請求項1に記載の発明によれば、コリメートレンズの硝材に屈折率温度変化  $dn/dt$  が負である硝材を用いることにより、熱膨張によりコリメータレンズの焦点距離の変化した分を屈折率の変化によりキャンセルし、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。請求項2に記載の発明によれば、LDは温度変化に伴い発光波長が変動するが、その波長変動によるコリメートレンズ硝材の屈折率変化と、温度によるコリメートレンズ硝材の屈折率変化により、コリメートレンズの焦点距離の変化をキャンセルし、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。温度による大きな波長変動はLDの特徴であり、それを用いることにより、 $dn/dt$  の値が正である比較的一般的な安価なレンズ硝材 (BK7など) を用いても、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることができる。請求項3に記載の発明によれば、平行平板の材質の線膨張係数をレンズ材質の線膨張係数より大きくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。

請求項4に記載の発明によれば、平行平板の材質の屈折率温度係数をレンズ材質の屈折率温度係数より大きくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。請求項5に記載の発明によれば、平行平板の材質の屈折率の波長分散をレンズ材質の屈折率の波長分散より小さくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。

【0014】請求項6に記載の発明によれば、平行平板の材質の屈折率をレンズ材質の屈折率より小さくすることにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。請求項7に記載の発明によれば、コリメートレンズの光源側の基準面をハウジングに接着することで、ハウジングの熱膨張の影響を低減することにより、温度変化によるコリメート光品質の劣化を低減し、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。請求項8に記載の発明によれば、ハウジングとレンズ保持部材の熱膨張の影響と熱によるレンズの特性変化とをキャンセルし、温度変化に依存しないコリメート光品質を得ることにより、温度変化に強く、信頼性の高いビーム整形光学系を提供することができる。請求項9に記載の発明によれば、温度変化に強いビーム整形光学系を用いることにより、ビーム整形効果として得られる円形スポットと、高い光利用効率に加え、温度変化に強い光ピックアップを提供することができ、信頼性の高い光ピックアップを提供することができる。請求項10に記載の発明によれば、温度変化に強いビーム整形光学系を採用した光ピックアップを用いることにより、ビーム整形光学系を用いているにもかかわらず、温度変化に強いドライブを提供することができ、信頼性の高い光ディスクドライブ装置を提供することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】ビーム整形光学系を有する光ピックアップ光学系の構成例を示す概略図である。

【図2】コリメートレンズと光源との位置関係 (座標) を示した説明図である。

【図3】コリメートレンズと光源との間隔ずれと波面収差との関係をグラフに示した図である。

【図4】本発明に係るビーム断面形状変換光学系の要部の構成例を示す断面図である。

【図5】コリメートレンズの屈折率温度変化とバックフオーカスずれとの関係をグラフに示した図である。

【図6】コリメートレンズのハウジングに対する設置位置に関する説明に用いた断面図である。

【図7】本発明に係るビーム断面形状変換光学系の要部の別の構成例を示す断面図である。

【図8】(a)、(b)は平行平板の屈折率温度変化とバックフォーカスずれとの関係をグラフに示した図である。

【図9】(a)、(b)は平行平板の線膨張係数とバックフォーカスずれとの関係をグラフに示した図である。

【図10】(a)、(b)は平行平板の屈折率波長分散(アッペ数)とバックフォーカスずれとの関係をグラフに示した図である。

【図11】(a)、(b)は平行平板の屈折率とバック

フォーカスずれとの関係をグラフに示した図である。

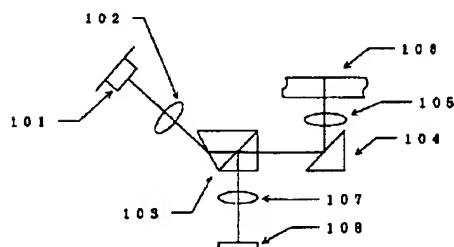
【図12】図7におけるコリメートレンズ、光源およびセルの位置関係を定義した説明図である。

【図13】セル長とバックフォーカスずれとの関係をグラフに示した図である。

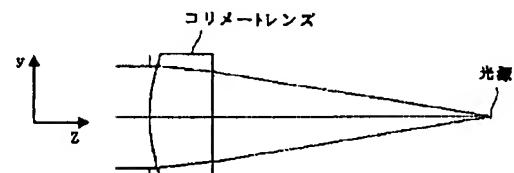
【符号の説明】

401:ハウジング、402:光源、403:コリメートレンズ、404:セル(コリメートレンズ保持部材)、706:平行平板

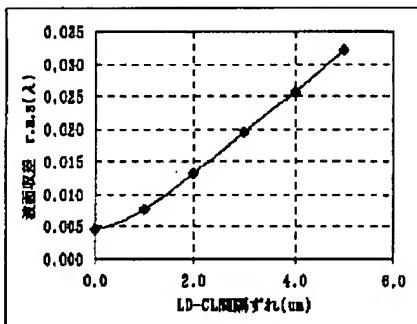
【図1】



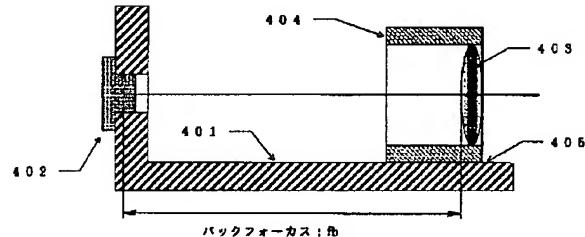
【図2】



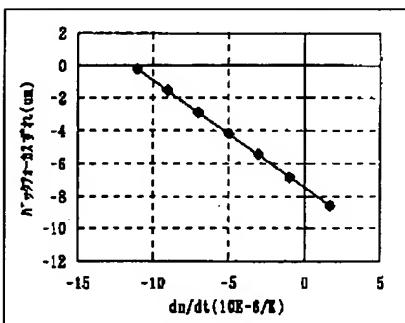
【図3】



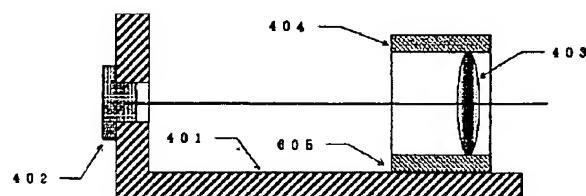
【図4】



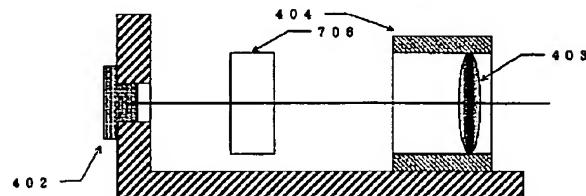
【図5】



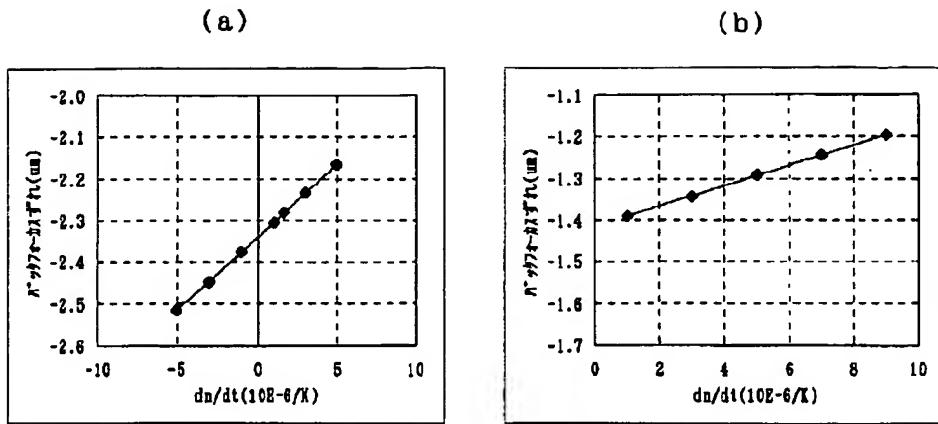
【図6】



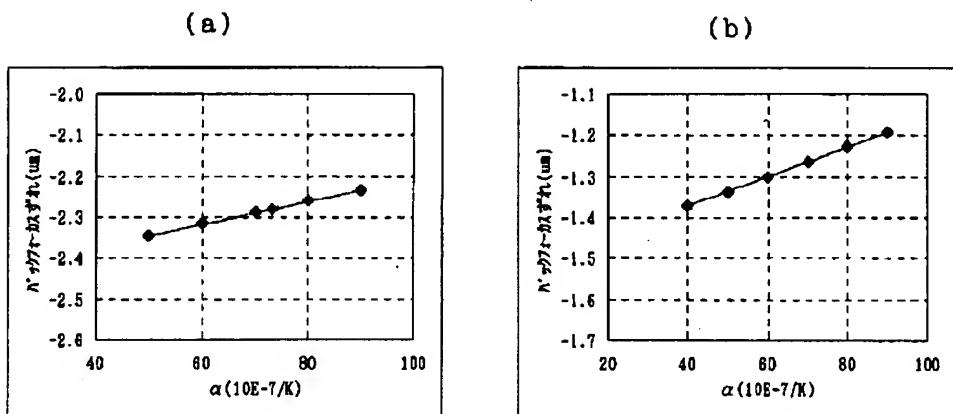
【図7】



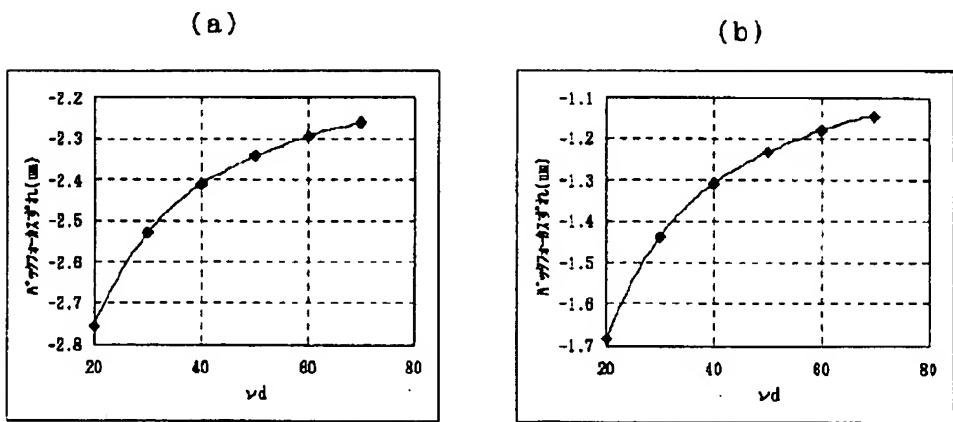
【図8】



【図9】

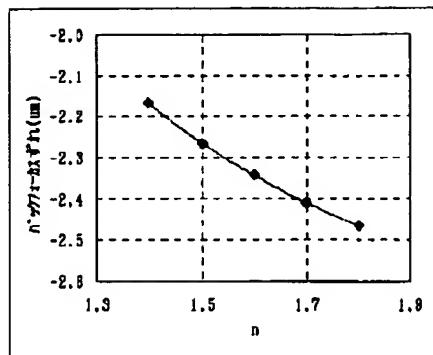


【図10】

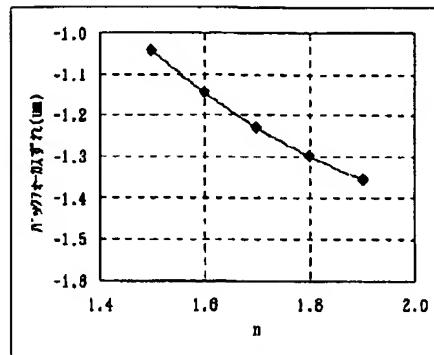


【図11】

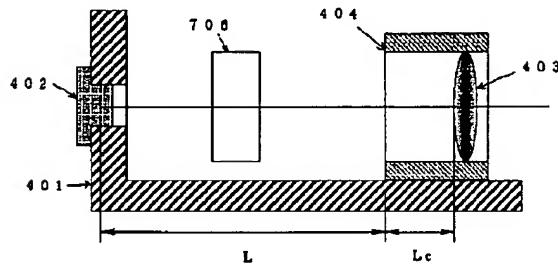
(a)



(b)



【図12】



【図13】

